



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002084024 A**(43) Date of publication of application: **22.03.02**

(51) Int. Cl.

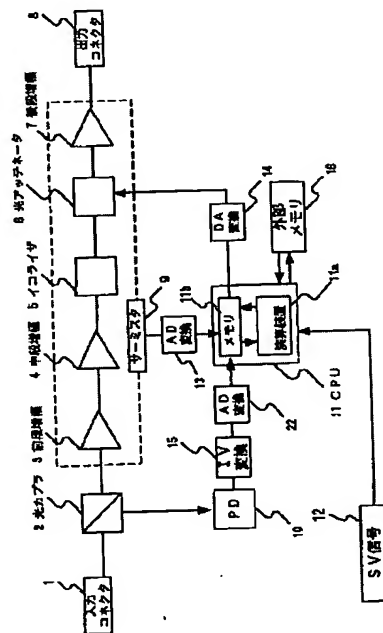
H01S 3/10(21) Application number: **2000271921**(71) Applicant: **NEC ENG LTD**(22) Date of filing: **07.09.00**(72) Inventor: **YAMAGISHI MASANAO**(54) **OPTICAL AMPLIFIER**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical amplifier for a long-wavelength band (1,580 to 1,610 nm), which can be actualized with simple constitution.

SOLUTION: This optical amplifier comprises an optical coupler 2, stages of amplifiers 3, 4, and 7, an equalizer 5, a variable optical attenuator 6, a temperature detecting element such as a thermistor 9, a photodiode(PD) 10, an AD converter 13, an arithmetic unit (CPU) 11, and an external memory 16 between input and output ends. The control signal of the optical attenuator 6 is generated by previously storing an 'external memory 16 with a 'data table' or 'calculation expression' according to parameters such as input light intensity by the PD 10, and the temperature and wavelength number information (SV signal 12) of an EDF 21 constituting the optical amplifiers 3, 4, and 7 detected by the thermistor and reading it out by the CPU 11.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-84024
(P2002-84024A)

(43) 公開日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(51) Int.Cl.⁷

H01S 3/10

識別記号

F I

H01S 3/10

テーマコード(参考)

Z 5 F 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全7頁)

(21) 出願番号 特願2000-271921(P2000-271921)

(22) 出願日 平成12年9月7日(2000.9.7)

(71) 出願人 000232047

日本電気エンジニアリング株式会社
東京都港区芝浦三丁目18番21号

(72) 発明者 山岸 正尚

東京都港区芝浦三丁目18番21号 日本電気
エンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 100081710

弁理士 福山 正博

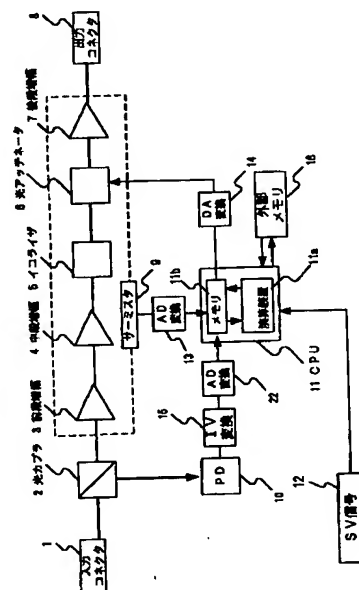
Fターム(参考) 5F072 AB09 AK06 HH02 JJ05 MM01
RR01 YY17

(54) 【発明の名称】 光増幅器

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成により実現可能な長波長帯(1580~1610nm)用の光増幅器を提供する。

【解決手段】 入出力端間に光カプラ2、複数段の増幅器3、4、7、イコライザ5、可変光アッテネータ6、サーミスタ9等の温度検出素子、フォトダイオード(PD)10、AD変換器13、演算装置(CPU)11および外部メモリ16により構成される。光アッテネータ6の制御信号は、PD10による入力光強度、サーミスタ9により検出される増幅器3、4、7を構成するEDF21の温度および波長数情報(SV信号12)等のパラメータに基づき、予め「データテーブル」又は「計算式」を外部メモリ16に記憶し、これをCPU11により読み出して生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入出力端間に1段以上のエルビウムドープドファイバ（EDF）を使用する増幅器および制御信号により減衰度が可変する光アッテネータを含む光波長多重通信用の光増幅器において、

信号光の光強度を測定するための光カプラおよびフォトダイオード（PD）と、前記EDFの温度を測定する温度検出素子と、前記PDおよび前記温度検出素子の検出信号をデジタル変換するアナログ・デジタル（AD）変換器と、該AD変換器から得る前記入力光強度および前記EDF温度の2種類のパラメータに基づき前記光アッテネータの制御信号を生成する演算装置（CPU）とを備えることを特徴とする光増幅器。

【請求項2】 前記CPUには、波長数情報もパラメータとして外部から入力されることを特徴とする請求項1に記載の光増幅器。

【請求項3】 前記光アッテネータは、複数段の前記増幅器間に配置することを特徴とする請求項1又は2に記載の光増幅器。

【請求項4】 前記光アッテネータの前段に配置され、波長に対する光出力を平坦にするイコライザを備えることを特徴とする請求項1、2又は3に記載の光増幅器。

【請求項5】 前記パラメータと前記光アッテネータの減衰量の関係を記述したデータテーブルを予め記憶するメモリを設け、前記データテーブルを前記CPUが読み出すことを特徴とする請求項1、2、3又は4に記載の光増幅器。

【請求項6】 前記パラメータから前記光アッテネータの制御信号を決定する計算式を予めプログラミングし、前記CPUによりリアルタイムに計算することを特徴とする請求項1、2、3又は4に記載の光増幅器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光増幅器、特に光通信に用いられる長波長帯用（1580～1610nm）光増幅器に関する。

【0002】

【従来の技術】 伝送容量が大きいこと、外部電磁界の影響を受けないこと、信号の減衰が少ないこと、伝送媒体が軽量であること等の多くの利点により、通信の多くは従来の電気通信から光ファイバーを使用する光通信に置換されている。また、オフィス内および車内のLANシステム等にも、上述した利点の1つ又は複数の利点により光通信が採用されつつある。

【0003】 斯かる光ファイバーを伝送媒体として使用する光通信では、長距離伝送により減衰する信号を、再度所定レベルにするため又は複数の伝走路を経由してくる信号の振幅調整のため等に光増幅器を使用する。特に波長分割多重（WDM）方式等の光伝送システム又は光波長多重通信に使用する従来の光増幅器は、例えば特開

平10-335722号公報の「光増幅器」又は特開平6-5958号公報の「光ファイバ増幅装置」等に開示されている。

【0004】 従来の光通信では、信号光の波長として1550nm帯の光を使用している。この波長帯では、増幅器に含まれるEDF（エルビウムドープドファイバ）の温度特性によって増幅率が変わる。このため、増幅器の出力光強度を一定にするためのALC（自動レベル制御）回路により増幅率を調整する。そして、EDFに入射している励起光の強度を変化させて出力光強度を一定に維持している。しかし、このまま増幅率のみを変化させると波長多重通信では長波長側と短波長側の光強度が一定ではなくなる、即ち出力光の平坦度が崩れてしまう。出力光の平坦度が崩れるという現象は、例えば図5に示す波長対出力光特性から図6に示す特性の如く、波長による光強度が相違してしまうことを指す。そこで、光アッテネータ（減衰器）をEDF間に接続して減衰量を変化させることにより、光増幅器全体の増幅率を変化させることなく出力光の光強度を一定に維持することができる。その結果、光出力平坦度を崩すことがなくなり、波長多重伝送を効率良く行うことが可能になる。

【0005】 光アッテネータの制御方法として、EDFの温度情報を得るために、EDF周辺に温度によって出力電圧値が変化するサーミスタを配置する。そして、温度変化に対するサーミスタ出力電圧変化をオペアンプ（演算増幅器）に入力させて、電圧変化量を零とするように光アッテネータの減衰量を変化させる帰還ループを形成し、入力光の変動に拘らず最適の光出力平坦度を得ている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上述した従来技術は、次の如き解決すべき課題を有している。第1に、従来技術では波長1550nm帯の信号光を使用していたが、1580nmから1610nm付近の長波長帯信号光を光アンプで増幅する場合には、EDF温度のみで光アッテネータを制御し出力光平坦度を最適にしようとしても、光増幅器への入力光強度の変化時に出力光平坦度が最適にならないという問題がある。長波長帯光増幅器では、EDF温度の他に信号光の平坦度が変化する原因である光増幅器への入力光強度についても同時にモニタする必要がある。そのため、光アッテネータの減衰率を、これら2つのモニタ値により制御する必要があるためである。

【0007】 第2に、従来技術ではEDF温度および入力光強度2つのモニタ値を演算する必要があり、更にこの他にも個体ばらつきのあるEDF特性のパラメータも加味して光アッテネータ減衰量を決定する必要がある。これら複数の変数データを使用する場合には、アナログ回路で制御する従来の方法では回路規模が複雑になるのみならず、EDFを変更（又は交換）した場合にはパラ

メータも変更になるため、最悪の場合、部品変更等を行わなければならない、調整にも大変な労力を要することになる。

【0008】

【発明の目的】従って、本発明の目的は、光増幅器の出力光強度の波長平坦度を一定に維持するため、構成を簡易化すると共に、操作性、信頼性および生産性を改善する光増幅器を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の光増幅器は、入出力間に1段以上のエルビウムドープファイバ（EDF）を使用する増幅器および制御信号により減衰度が可変する光アッテネータを含む光波長多重通信用の光増幅器であり、光信号の光強度を測定するための光カプラおよびフォトダイオード（PD）と、EDFの温度を測定する温度検出素子（サーミスタ）と、PDおよび温度検出素子の検出信号をデジタル変換するアナログ・デジタル（AD）変換器と、このAD変換器から得る光入力強度およびEDF温度の2種類のパラメータに基づき光アッテネータの制御信号生成する演算装置（CPU）とを備える。

【0010】また、本発明の光増幅器の好適実施形態によると、上述したパラメータとして波長数情報が加えられる。光アッテネータは、複数段の増幅器間に配置される。また、光アッテネータの前段に配置され、波長に対する光出力を平坦にするイコライザを備える。上述したパラメータと光アッテネータの減衰量の関係を記述したデータテーブルを予め記憶するメモリを設け、このデータテーブルをCPUが読み出す。また、上述したパラメータから光アッテネータの制御信号を決定する計算式を予めプログラミングし、CPUによりリアルタイムに計算する。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明による光増幅器の好適実施形態の構成および動作を、添付図を参照して詳細に説明する。

【0012】先ず、図1は、本発明による光増幅器の好適実施形態の構成を示すブロック図である。この光増幅器は、入力コネクタ1、光カプラ（結合器）2、前段増幅器3、中段増幅器4、イコライザ5、光アッテネータ6、後段増幅器7、出力コネクタ8、サーミスタ9、フォトダイオード（以下、PDという）10、SV信号12が入力される演算装置（CPU）11、AD（アナログ・デジタル）変換器13、DA（デジタル・アナログ）変換器14、IV（電流－電圧）変換器15および外部メモリ16により構成される。また、CPU11は、演算装置11aとメモリ11bにより構成される。

【0013】次に、図1の光増幅器を構成する各素子の機能等を説明する。入力コネクタ1および出力コネクタ8は、それぞれ光ファイバ（図示せず）に接続される光

コネクタである。光カプラ2は、この光増幅器に入力された波長多重信号光を分岐する。PD10は、入力光の光強度を測定し、電流値として出力する。前段増幅器3および中段増幅器4は、それぞれ入力された信号光を増幅する。イコライザ5は、平坦度を出すため一定でない各波長の光パワーに逆特性を与え平坦にする。光アッテネータ6は、印加される駆動電圧値により透過特性が変化する可変光減衰器である。後段増幅器7は、光アッテネータ6を通過してきた光を増幅する。

【0014】図2は、前段増幅器3、中段増幅器4および後段増幅器7内部の構成図である。これら増幅器3、4および7は、光カプラ17、EDF21、レーザダイオード（以下、LDという）18、入力コネクタ19および出力コネクタ20を含んでいる。

【0015】EDF21は、信号光を増幅する。サーミスタ9は、EDF21の周囲温度を測定し、その温度をアナログ電圧値として出力する。IV変換器15は、PD10から出力された電流値を対応する電圧値に変換する。AD変換器13と22は、それぞれの入力信号がアナログ電圧であるため、デジタル値に変換する。SV信号12は、入力されている信号光が波長多重伝送であるため、信号光に含まれる波長の数を外部からデジタル値として伝えている。CPU11は、EDF温度、入力光強度および波長数の3種類の情報から、出力光の平坦度が最適になる光アッテネータ6の制御又は駆動電圧を決定する。外部メモリ16は、「データテーブル」又は「計算式」等のCPU11が参照するための情報を記憶しておく。DA変換器14は、CPU11が出力するデジタル値を対応するアナログ電圧値に変換し、出力光強度の波長平坦度を一定に維持しながら波長多重信号光を増幅する装置である。

【0016】次に、本発明による光増幅器の好適実施形態の動作を、図1～図3を参照して詳細に説明する。先ず、「調整段階」を説明する。入力光強度と、EDF温度と、信号光の波長数情報と出力光の平坦度を最適にする光アッテネータ6の制御（駆動）電圧との相関データを「データテーブル」としてまとめる。

【0017】上述した「データテーブル」を外部メモリ16に書き込む（ステップS1）。この外部メモリ16には、電源が切れてもデータ保存が可能なメモリ（即ち、不揮発性メモリ）を使用するのが好ましい。入力コネクタ1から信号光を入力する（ステップS2）と、光カプラ2により光信号がN:Mに分岐される。この分岐された光は、PD10に入力され、PD10により入力光強度を対応する電流値に変換する（ステップS3）。このときの電流値は、前段増幅器3に入力される光強度を表している。PD10から出力された電流値は、IV変換器15により、対応する電圧値に変換されて出力される（ステップS6）。この電圧値が、AD変換器22により対応するデジタル値に変換され、CPU11のメ

メモリ11bに記憶される(ステップS7)。

【0018】EDF21の温度測定は、EDF21の設置部の周辺温度をEDF温度としている。温度を検知手段として、この例ではサーミスタ9を使用しており、このサーミスタ9により温度値に比例した電圧値が出力される(ステップS4)。この電圧値は、AD変換器13によりデジタル値に変換され、CPU11のメモリ11b内に記憶される。外部メモリ16には、予め入力光強度の電圧値とAD変換器13から出力されるデジタル値との対応表を記憶させておく。また同様に、サーミスタ9から出力される電圧値とEDF21の温度値の対応表を外部メモリ16に記憶させておく。

【0019】次に、「動作状態」について説明する。CPU11は、PD10およびサーミスタ9の測定値およびSV信号12を受け(ステップS5)、モニタ値が変化しているか否か判定する(ステップS8)。モニタ値が変化していない場合(ステップS8:NO)には、何ら処理を行わず、後述するステップS15へ進む。一方、モニタ値が変化している場合(ステップS8:YES)には、外部メモリ16から「データテーブル」を読み出す(ステップS9)。そして、3種類のモニタ値が「データテーブル」内にあるか否か判定する(ステップS10)。「データテーブル」にない場合(ステップS10:NO)には、上述したステップS8へ戻る。一方、「データテーブル」内にある場合(ステップS10:YES)には、以下に説明するステップS11へ進む。

【0020】そこで、CPU11は、3種類の情報と「データテーブル」を比較し、適合するデジタル値を選択する(ステップS11)。次に、CPU11は、「データテーブル」から選ばれたデジタル値を外部に出力する(ステップS12)。デジタル値を、DA変換器14によりアナログ電圧値に変換する(ステップS13)。そして、このDA変換器14は、光アッテネータ6を駆動して信号光の減衰量を変更する(ステップS14)。最後に、後段増幅器7から出力コネクタ8を介して出力される出力光の平坦度を一定に維持する(ステップS15)。

【0021】

【発明の他の実施の形態】次に、本発明による光増幅器の第2実施形態を説明する。基本構成は、上述した図1および図2と同様である。しかし、上述した第1実施形態におけるCPU11に光アッテネータ6の駆動量又は制御信号を決定する「データテーブル」を与える代わりに、入力光強度、EDF温度および波長数情報の3種類のパラメータを使用してアッテネータ駆動量を決定する「計算式」を予めプログラミングしておく。CPU制御部は、CPU11のメモリ11b内に記憶される3種類のパラメータを、この「計算式」に代入する。そして、光アッテネータ6の駆動量を算出することにより、「デ

ータテーブル」と同じ効果を得ることができる。図4は、この動作を示すフローチャートである。

【0022】図4のフローチャートは、ステップS21～S36を含んでいる。ステップS21～S28は、図3のステップS1～S8と同様であるので、説明は省略する。次に、3種類にモニタ値が規定値内か否か判定する(ステップS29)。規定値内でない場合(ステップS29:NO)には、上述したステップS28に戻る。一方、規定値内の場合(ステップS29:YES)には、メモリから「計算式」を読み出す(ステップS30)。この「計算式」に3種類の可変パラメータを代入する(ステップS31)。次に、CPU11により光アッテネータ6の駆動量を計算する(ステップS32)。計算結果をCPU11のメモリ11b内に記憶し、DA変換器14に出力する(ステップS33)。そして、デジタル値をDA変換器14によりアナログ電圧値に変換する(ステップS34)。光アッテネータ6を駆動し信号光の減衰量を変更する(ステップS35)。最後に、後段増幅器7を介して出力コネクタ8から出力される出力光の平坦度が維持される(ステップS36)。「データテーブル」を用いた場合には、波長数が増加すると、波長数分「データテーブル」数が増加してしまうので、外部メモリの容量が増加してしまう。しかし、「計算式」の場合には、波長数が増加しても「計算式」を変化させるのみで良く、外部メモリ16の容量は増加しないという利点がある。

【0023】以下、本発明による光増幅器の好適実施形態の構成および動作を詳述した。しかし、斯かる実施形態は、本発明の単なる例示に過ぎず、何ら本発明を限定するものではないことに留意されたい。本発明の要旨を逸脱することなく、特定用途に応じて種々の変形変更が可能であること、当業者には容易に理解できよう。

【0024】

【発明の効果】以上の説明から明らかな如く、本発明の光増幅器によると、次の如き実用上の顕著な効果が得られる。第1に、回路作成後のパラメータによるアッテネータ駆動量の変更が容易である。また、CPUによりアラーム情報の管理等の様々な情報を管理し制御することができる。その理由は、全ての情報がデジタル化されることにより、CPUにより増幅器全体の情報を集中管理することが可能で、アッテネータ制御以外のCPU空き時間を利用し、アラーム情報管理等もCPUにより制御することが可能である。

【0025】第2に、CPUを使用することにより、アナログ回路では複雑になり、実装面積が大きくなる回路でも、小型化することが可能である。その理由は、3種類のモニタ値から光アッテネータの駆動電圧を定めているため、モニタ値が1種類の場合のように簡単なアナログ回路で作成することができず、回路規模が大きくなってしまいうのに対し、CPUにより光アッテネータの駆動

量を演算させることにより演算回路は不要となるため、回路自体を単純化可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光増幅器の好適実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す前段増幅器、中段増幅器および後段増幅器内部の構成図である。

【図3】CPUによる3種類のモニタ値とデータテーブルの比較によりアッテネータ駆動量を得るフローチャートである。

【図4】CPUによる3種類のモニタ値と与えられた計算式からアッテネータ駆動量を得るフローチャートである。

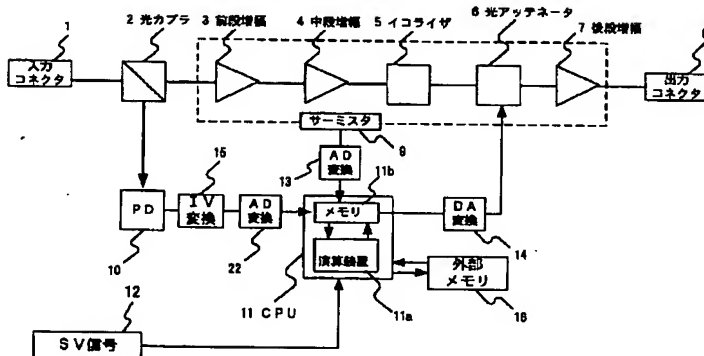
【図5】温度等が変化した場合の、光アッテネータ制御前の出力光平坦度特性図の1例を示す図である。

【図6】温度等が変化した場合の、光アッテネータ制御後の出力光平坦度特性図の1例を示す図である。

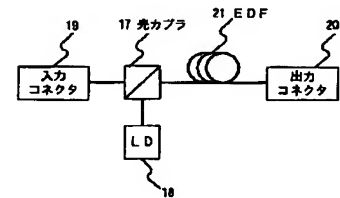
【符号の説明】

1、19	入力コネクタ
2、17	光カプラ
3、4、7	増幅器
5	イコライザ
6	光アッテネータ
8、20	出力コネクタ
9	温度検出素子（サーミスタ）
10	フォトダイオード（PD）
11	演算装置（CPU）
12	波長数情報（SV信号）
13、22	AD変換器
14	DA変換器
15	I/V変換器
16	外部メモリ
18	レーザダイオード（LD）
21	EDF（エルビウムドープドファイバ）

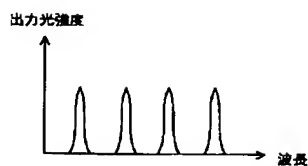
【図1】



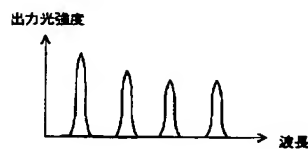
【図2】



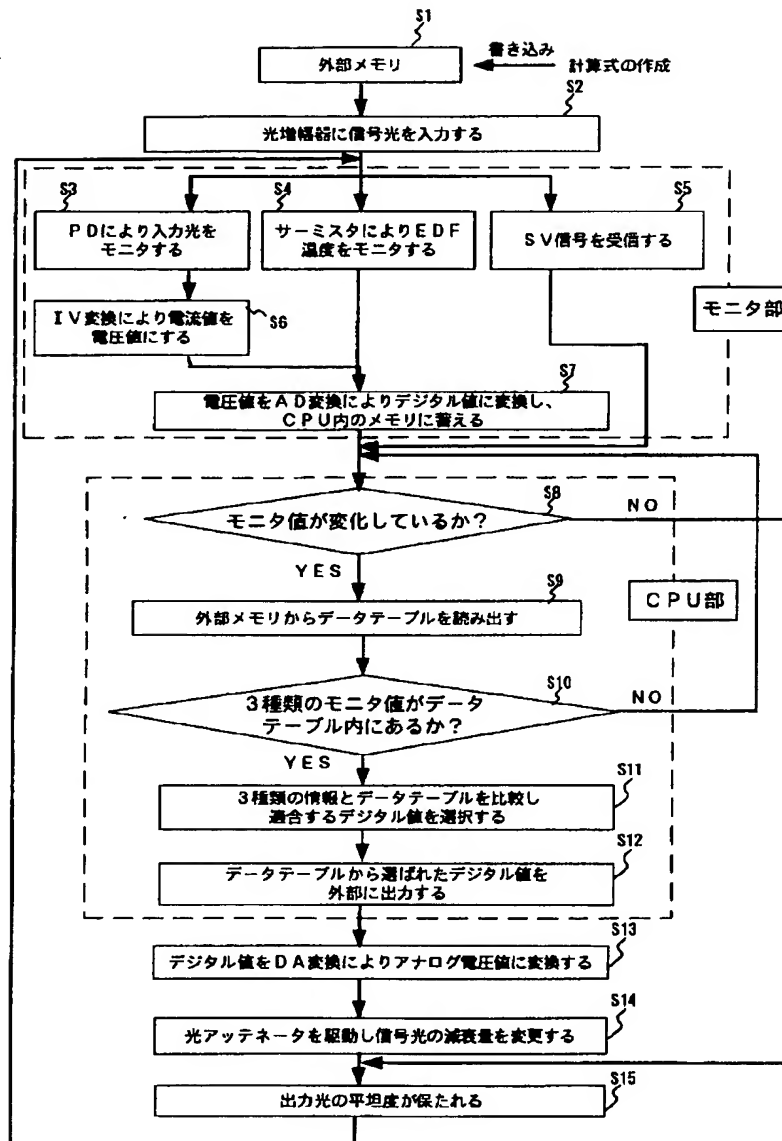
【図5】



【図6】



【図3】



【図4】

